مجله علمی مطالعات پژوهشی در علوم پایه و علوم پزشکی آینده، ۱۴۰۳، دوره ۱، شماره ۱، ص ص ۱-۵

مجله علمی مطالعات پژوهشی

در علوم پایه و علوم پزشکی آینده

www.journalhi.com/sci/

بررسی ترکیبات موجود در گیاه گیشنیز قبل و بعد از تیمار با هورمون‌های کینتین، متیل جاسمونات،ایندول ۳ بوتیریک اسید

پریا پیماندار [۱]

۱- گروه شیمی دارویی واحد تهران ، دانشگاه ازاد اسلامی ، واحد تهران مرکز ، ایران. ایمیل: pariya.peymandar@gmail.com

چکیده

هدف اصلی در این تحقیق بررسی غلظت‌های هورمون کینتین ، متیل جاسمونات و ایندول ۳ بوتیریک اسید با غلظت های ppm ۱۰۰ ، ۵۰ ، ۲۵ در گیاه گشنیز با استفاده از روش اسپری می‌باشد که در ساعات و روز مشخص روی اندام هوایی گیاه اسپری شد این تیمار به مدت ۴ روز انجام شد سپس گیاه تیمار شده جمع آوری و در جریان هوا خشک قرار دادیم .ابتدا گیاه خشک شده را وزن و به صورت جداگانه با دستگاه کلونجر اسانس گیری نموده برای شناسایی و بررسی ترکیبات به دستگاه GC/MS تزریق شد..سپس توسط کوره گیاه خشک شده سوزانده شده و با استفاده از دستگاه ICP به بررسی فلزات سنگین موجود در گیاه گشنیز می پردازیم. بر اساس نتایج حاصل از دستگاه GC/MS مواد آلی موجود در ترکیبات گیاه گشنیز شناسایی شده است از جمله ترکیبات آلی مانند Carene ، Camphene، Fenchene ، Thujone که جزء اصلی متابولیت های ثانویه در گیاهان هستند در گیاه گشنیز به مقدار زیادی یافت شد که برای استفاده در شرکت های دارویی و بهداشتی این ترکیبات حائز اهمیت است .همچنین نتایج حاصل از دستگاه ICP جذب فلزاتی از جمله Cd (کادمیوم) و AS (آرسنیک) صورت گرفت که از این امر تیمار می توان در پاکسازی محیط زیست هم استفاده نمود

کلمات کلیدی: گیاه ،گیشنیز هورمون‌های کینتین، متیل جاسمونات، ایندول ۳ بوتیریک اسید

Investigating the compounds in cilantro before and after treatment with kinetin hormones.
Methyl jasmonate, indole-3 butyric acid

Pariya Pevmandar [1]

1- Department of medicinal chemistry Islamic Azad university central Tehran Branch. pariya.peymandar@gmail.com

Abstract

The main goal of this research is to investigate the concentrations of quintine hormone, methyl jasmonate and indole-۳butyric acid with concentrations of ۱۰۰, ۵۰, ۲۵ppm in coriander plants using the spray method, which was sprayed on the aerial parts of the plant at certain hours and days. This treatment lasted for It was done for ۴days, then we collected the treated plant and put it in dry air flow. First, the dried plant was weighed and essential oil was extracted separately with a Clonger machine and injected into the GC/MS machine to identify and check the compounds. The dried plant is burned in the furnace and we will examine the heavy metals in the coriander plant using the ICP device. Based on the results of the GC/MS device, organic substances in the compounds of the coriander plant have been identified, including organic compounds such as Carene, Camphene, Fenchene, Thujone, which are the main components of secondary metabolites in plants. It is important to use these compounds in pharmaceutical and health companies. Also, the results obtained from the ICP device showed the absorption of metals such as Cd (cadmium) and AS (arsenic), which can be used in cleaning the environment..

Keywords: cilantro, kinetin hormones, methyl jasmonate, Indole-3 butyric acid

۱- مقدمه

از دیر باز استفاده از گیاهان برای معالجه بیماری شایع بوده است.گیاهان دارویی گیاهانی هستند که یک یا برخی از اندام های آن‌ها حاوی مواد موثره است.این ماده که کمتر از ۱ وزن خشک گیاه را تشکیل میدهد. دارای خواص دارویی موثر بر روی موجودات زنده است(۱). از تحقیقات دارویی صدها ترکیب مفید بدست آمده است که شامل داروهای رایج آسپرین، دیگو کسین، کینتین و تریاک است ترکیبات موجود در گیاهان انواع مختلفی دارند .اما اکثر آن‌هادارای چهار کلاس اصلی بیوشیمیایی قرار میگیرند شامل آلکوئیدها،گلیکوزیدها ،پلی فنول ها و ترپن ها هستند(۲). اسانس دانه و گیاه گشنیز بخاطر ترکیبات شیمیایی و فعالیت های بیولوژیکی ،از جمله فعالیت های ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، کاهش قند خون، ضد اضطراب و غیره حائز اهمیت است که بر آن شدیم تا تاثیر هورمون‌های گیاهی را بر میزان ترکیبات درصد اجزاء اسانس گیاه گشنیز مورد بررسی قرار دهیم(۳). پس از تهیه گیاه مورد نظر و محلول های هورمون‌های فوق الذکر با سه غلظت معین برای هر یک از هورمون‌ها، اسپری برگی این هورمون‌ها به همراه آب مقطر به عنوان نمونه شاهد در مدت زمان معین انجام میشود.پس از اعمال تیمار ها، نمونه‌ها (گیاه گشنیز) را برداشت کرده و در دمای اتاق و در سایه خشک می کنیم. سپس با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس نمونه‌ها را بدست می آوریم و توسط دستگاه GC_MS اجزاء آن‌ها را شناسایی و ترکیب درصد آن‌ها اندازه گیری می‌شود(۶-۴). که با مقایسه و تفسیر طیف های بدست آمده برای مقادیر مختلف غلظت های هورمون‌ها با نمونه شاهد به بیان افزایش و یا کاهش مواد آلی مورد نظر موجود در اندام گیاهی می پردازیم. یکی از روش هایی تشخیص نهایی ساختمان اجزای تشکیل دهنده اسانس علاوه بر طیف جرمی استفاده از شاخص بازداری کواتس است. که محاسبه شاخص بازداری کواتس نمونه‌ها و مقایسه اندیس کواتس طیف های بدست آمده را با هم مقایسه و مورد بررسی قرار می دهیم(۷). در مرحله بعدی نمونه‌های خشک شده به شناسایی میزان جذب فلزات سنگین گیاه گشنیز توسط دستگاه اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شده القایی ICP فلزات موجود در نمونه شاهد را به عنوان طیف پایه در نظر می گیریم و به واسطه آن افزایش و کاهش فلزات سنگین را بررسی می نماییم.

روش تحقیق

کشت گیاه گشنیز

در کشت بهاره زمان مناسب کشت گیاه گشنیز می‌باشد در اوایل بهار (فروردین) و هنگامی که درجه حرارت خاک به ۷ تا ۸ درجه سانتی گراد رسید گیاه گشنیز را جهت تیمار هورمونی با بوته های یکنواخت از نظر ظاهر مورد آزمایش قرار دادیم. (کشت در شرایط یکسان مزرعه ای) .تقریبا حدود یکماه زمان لازم است تا مراحل رشد گیاه انجام شود و گل دهی گیاه مشاهده شود تا کار تیمار هورمونی گیاه را آغاز کنیم.

محلول سازی هورمون‌ها

یک هفته قبل از شروع گل دهی محلول سازی هورمون‌ها را با هورمون‌های کینتین ،متیل جاسمونات و ایندول ۳ بوتیریک اسید آغاز کردیم . برای این کار از هر هورمون یک محلول میلی گرم بر لیتر ۲۵ ، ۵۰ میلی گرم بر لیتر ، ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر ساختیم.

روش محاسبه محلول سازی

ابتدا یک محلول مادر ساختیم به این صورت که یک ppm از هورمون مورد نظر را در بالن ۱۰۰۰ میلی لیتری ریخته و آن را به حجم رساندیم سپس طبق فرمول زیر محلول های ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر از روی محلول مادر ساختیم.

تیمار هورمونی گیاه گشنیز

بعد از محلول سازی محلول ها را به داخل اسپری هایی که هر یک علامت گذاری شده است افزودیم (اسپری‌ها در مکانی تاریک و خنک نگهداری شود) سپس اسپری بر روی اندام هوایی گیاه دارویی قبل از طلوع خورشید (تا از تبخیر شدن هورمون‌های اسپری زده جلوگیری شود) شروع کردیم .فرآیند هورمون تراپی را طی دو هفته و هر هفته دو مرتبه انجام دادیم تا این فرآیند کامل شود .

مراحل چیدن گیاه وخشک نمودن آن‌ها

چهار روز بعد از آخرین تیمار شروع به برداشت گیاه نموده و به مدت ۲۰ روز در دمای اتاق ، سایه و محیط بدون گرد وغبار برروی کاغذ صافی خشکانده شدند. نوع هر نمونه طبق لیبل هایی که زده بودیم در کنار آن مشخص گردید تا از بروز خطا در تشخیص نمونه‌ها جلوگیری شود . نمونه‌های خشک شده را در کیسه های نایلونی قرار داده و بر روی هر کدام بر چسبی که نشان دهنده نوع نمونه بوده است چسباندیم و در مکانی تاریک و خشک تا زمان اسانس گیری نگهداری نمودیم.

مراحل اسانس گیری

روند کار با کلونجر

عمل اسانس گیری بصورت روش تقطیر و با استفاده از دستگاه کلونجر انجام می‌شود . حدود ۵۰ گرم از نمونه‌های گیاهی مان را درون بالن ۲۰۰۰ میلی لیتر ریختیم سپس بالن را با آب مقطر به حجم رساندیم و روی شوف بالن (گرم کن الکتریکی) گذاشته و توسط گیره به دستگاه متصل کردیم تا تکان نخورد . قسمتی از کلونجر که محل جمع آوری اسانس است از بیرون با فویل پوشاندیم تا از تماس نور به اسانس جلوگیری شود سپس آب را از لوله پایینی توسط شلنگ مخصوص وارد دستگاه و کندانسور کرده و آب از لوله بالایی خارج می‌شود . مقداری آب داخل تشت ریخته به اندازه ای که پمپ عملیات مکش را به خوبی انجام دهد لازم به ذکر است که مقداری یخ در تشت آب قرار می دهیم زیرا هر اندازه آب خنک باشد اسانس گیری بهتر و سریع تر انجام می پذیرد. سرانجام سیستم گرمایی را روشن گردید و عمل حرارت دادن به مدت ۲ الی ۳ ساعت انجام گرفت. با گذشت زمان و ادامه فرآیند تقطیر مقدار اسانس در فاز آلی بر روی آب افزایش یافت در شکل۳-۲۹ شکلی از استخراج اسانس توسط کلونجر مشاهده می‌شود . سپس اسانس ها را داخل ویال های کوچک تیره جمع آوری کرده و پارافیلم را روی در پوش گذاشته و در نهایت با فویل می پوشانیم ،بر چسب هر نمونه‌ها را زده و به یخچال منتقل گردیدند تا زمان آنالیز درون یخچال و در دمای حدود ۴ درجه سانتی گراد نگه داری می‌شوند .

تزریق به دستگاه GC-MS

اسانس ها پس از آماده سازی به دستگاه GC – MS تزریق گردید تا مورد آنالیز قرار گرفته و ترکیبات آلی آن‌ها شناسایی و مقدار کمی آن‌ها مشخص

شود. شناسایی نهایی ترکیبات با استفاده از پارامترهای مختلف مانند اطلاعات موجود در کتابخانه رایانه دستگاه GC_MS شاخص بازداری KI ، مقایسه آن‌ها با ترکیبات استاندارد و ثابت اندیس کواتس موجود در منابع و کتب مرجع صورت می پذیرد. نام دستگاه GC-MS ما در این پژوهش Agilent technologies 7890 B با ستونی به طول ۳۰ متر ، قطر داخلی ۰/۲۵۳ میلی متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود.

مراحل هضم برای دستگاه ICP

این روش طیف سنجی پلاسمای کوپل شده القایی از جمله بهترین روش های طیف سنجی برای تعیین نوع و غلظت عناصر مختلف است. در این روش فلزاتی از جمله کادمیم، کروم، کبالت ،نیکل ، روی ، آهن ، جیوه ، سرب و غیره مناسب است .از گاز آرگون برای تولید پلاسما و یونیزاسیون عناصر استفاده می‌شودیک گرم نمونه خشک پودر شده را درون کروزه هایی که علامت گذاری شده مانند شکل(۳-۳۰) ریخته و سپس به درون کوره به مدت زمانی ۳ ساعت و در دمای بین(۳۸۵-۲۰۰) درجه سانتی گراد انتقال می دهیم. پس از آن نمونه‌های خاکستر شده که به رنگ سفید در آمده اند (خاکستر سفید نشانگر از بین رفتن مواد آلی موجود در نمونه است) توسط گیره از کوره خارج نمودیم و پس از سرد شدن درون بشر توزیع و به آن ۵ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ و ۱۵ میلی لیتر هیدروکلریک اسید غلیظ اضافه کردیم سپس به مدت ۱۰ دقیقه نمونه‌ها را بر روی شوف بالن اندکی حرارت داده تا مواد معدنی موجود در خاکستر به خوبی در اسید حل شود این عملیات تا زمان هضم کامل شدن مواد و تبدیل به مایعی شفاف ادامه می دهیم .پس از خنک شدن مخلوط ارلن هایی که از قبل برچسب زده شده را برداشته و روی آن قیف حاوی کاغذ صافی گذاشته و محلول را داخل آن می ریزیم . در ادامه ۵ سی سی از محلول را با پیپت حبابدار برداشته و به بالن ژوژه ۵۰ سی سی منتقل کرده و با آب مقطر تا خط نشان به حجم می رسانیم . در انتها یک محلول بلانک به حجم ۵۰ سی سی نیز ساخته (برای این کار این بار ۵ سی سی از مخلوط غلیظ از دو اسید غلیظ را با پیپت برداشته و به حجم می رسانیم) سپس هر یازده بالن ژوژه تهیه شده را برای آنالیز به دستگاه ICP تزریق می کنیم و با این کار می توان ترکیبات معدنی را از لحاظ کیفی و کمی شناسایی نماییم .

نتایج

هدف انجام این پروژه ، بررسی اثر هورمون‌های ایندول ۳ بوتیریک اسید، متیل جاسمونات و کینتین در غلظت‌های مذکور بر اندام های هوایی گیاه گشنیز می‌باشد که گیاه گشنیز هورمون تراپی شده را پس از سوزاندن در کوره وانجام فرایند هضم توسط اسید های غلیظ گفته شده به محلول شفاف در آورده و برای اندازه گیری فلزات سنگین و آنالیز آن با حساسیت بالا و دقیق در حد میلی گرم بر لیتر به دستگاه طیف سنج پلاسمای جفت شده القایی یا همان ICP انتقال داده شد.

جدول (۱) عناصر سنگین

رنگ صورتی : نمونه شاهد و مقادیر برابر با نمونه شاهد.
رنگ زرد : مقادیر کم تر از نمونه شاهد
رنگ سبز : مقادیر بیشتر از نمونه.

۲- نتیجه گیری

نتایج حاصل از GC-MS در هورمون تراپی متیل جاسمونات بیشترین تغییرات مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر می‌باشد در این غلظت اگر چه کاهش مواد تولیدی دیده می‌شود اما ترکیبات آلی بیشتری تولید شده و فقط دو ترکیب cyclodecane، phytol حذف شده اند . در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر حذف ترکیبات آلی بسیاری دیده می‌شود . و در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر افزایش درصد ترکیبات آلی دیده می‌شود . در هورمون تراپی با هورمون کینتین در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش غلظت ترکیبات آلی دیده می‌شود تنها ترکیب آلی Eugenol حذف شده در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر Alpha_pinene و β_cubebene حذف شده اند، بقیه ترکیبات هر چند با درصد پایین ولی تولید شده اند .در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر فقط sabinene تولید شده بسیاری از تر کیبات آلی در این غلظت حذف شده اند .

در هرمون تراپی با هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش درصد ترکیبات دیده می‌شود در غلظت ۲۵میلی گرم بر لیتر کاهش درصد ترکیبات و در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر حذف درصد ترکیبات دیده می‌شود. به طور کلی

- ترکیبات آلی α_thujone، Ocimenone، ۲-Buten-۲-one و camphene در تمام غلظت های هورمون‌ها دیده می‌شوند
- α_fenchene آلی ترکیب فقط در۵۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات تشکیل نشده است .
- ترکیب آلی sabinene فقط در ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات و ۲۵ میلی گرم بر لیتر هورمون کینتین تشکیل شده است .
- ترکیب آلی β_pinene فقط در ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات تشکیل شده است
- ترکیبات آلی linalool و Ocimene oxide و fragranol فقط در ۲۵ میلی گرم بر لیتر کینتین حذف شده است .
- تر کیبات آلی Fenchol endo و Tau-cadinol در تمام غلظت های هورمون‌ها تشکیل شده است .
- ترکیبات آلی ، β_thujone و copaene در غلظت ۲۵ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید حذف شده است .
- ترکیب آلی Caryo phyllene فقط در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید حذف شده است .

که می توان نتیجه گرفت در گیاه گشنیز هر سه هورمون در غلظت های ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بهترین داده‌ها را داشته اند پس با افزایش غلظت می توانیم بهترین هورمون تراپی را داشته باشیم .همچنین تعداد ترکیبات آلی تولید شده در هورمون تراپی با متیل جاسمونات بیشتر از کینتین و کینتین بیشتر از ایندول ۳ بوتیریک اسید می‌باشد .

نتایج حاصل ازICP با توجه به جدول (۱) هورمون‌های متیل جاسمونات، کینتین و ایندول ۳ بوتیریک اسید باعث افزایش عناصرCd وMg شده اند . هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید ۲۵ میلی گرم بر لیتر، ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر متیل جاسمونات باعث حذف k شده اند و کاهش درصد عنصر دیده نمی‌شود. عنصر Mn در تمامی هورمون‌ها کاهش پیدا کرده به جز هورمون ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون متیل جاسمونات .عنصر As در غلظت هورمون‌های ۱۰۰میلی گرم بر لیتر و۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین افزایش پیدا کرده است .عنصر Ca

فقط در هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت های ۲۵ میلی گرم بر لیتر , ۵۰ میلی گرم بر لیتر بوده است. در عنصر Al هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید در غلظت های ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در هومون کینتین به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر متیل جاسمونات کاهش پیدا کرده است . عنصر Co در هورمون‌های ۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین و ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰میلی گرم بر لیتر جاسمونات کاهش پیدا کرده است . عنصر Fe در سه غلظت هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید کاهش پیدا کرده است .در عنصر Li در تمامی هورمون‌ها کاهش پیدا کرده به جز ۲۵ میلی گرم بر لیتر و ۵۰ میلی گرم بر لیتر کینتین و ۵۰ میلی گرم بر لیتر جاسمونات . عنصر Pb در تمامی هورمون‌ها افزایش پیدا کرده به جز ۵۰ میلی گرم بر لیتر و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر هورمون ایندول ۳ بوتیریک اسید. به طور کلی می توان نتیجه گرفت عناصر در غلظت های ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر درصد آن ها کاهش یافته است.

مراجع

1. Shigenaga AM, Argueso CT (August 2016). "No hormone to rule them all: Interactions of plant hormones during the responses of plants to pathogens". Seminars in Cell & Developmental Biology. 56: 174–189. doi:10.1016/j.semcdb.2016.06.005. PMID 27312082.
2. Bürger M, Chory J (August 2019). "Stressed Out About Hormones: How Plants Orchestrate Immunity". Cell Host & Microbe. 26 (2): 163–172. doi:10.1016/j.chom.2019.07.006. PMC 7228804. PMID 31415749.
3. Pierre-Jerome E, Drapek C, Benfey PN (October 2018). "Regulation of Division and Differentiation of Plant Stem Cells". Annual Review of Cell and Developmental Biology. 34: 289–310. doi:10.1146/annurev-cellbio-100617-062459. PMC 6556207. PMID 30134119.
4. Osborne DJ, McManus MT (2005). Hormones, signals and target cells in plant development. Cambridge University Press. p. 158. ISBN 978-0-521-33076-3.
5. Auxin in Root Development Roychoudhry, S.Kepinski, S. Computational Models of Auxin-Driven Patterning in Shoots
6. [12] Auxin Transporters--A Biochemical View
7. Chen H., Jones A., Howe G. Constitutive activation of the jasmonate signaling pathway enhances the production of secondary metabolites in tomato. FEBS Lett. 2006;580:2540–2546. doi: 10.1016/j.febslet.2006.03.070. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
8. Chandra S. Effects of leaf age on transpiration and energy exchange of Ficus glomerata, a multipurpose tree species of central Himalayas. Physiol. Mol. Biol. Plants. 2003;9:255–260. [Google Scholar]
9. Ueda J., Saniewski J. Methyl jasmonate-induced stimulation of chlorophyll formation in the basal part of tulip bulbs kept under natural light conditions. J. Fruit Ornam. Plant Res. 2006;14:199–210. [Google Scholar]
10. Creative Common's Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode) https://www.drugbank.ca/legal/terms_of_use
11. https://dtp.cancer.gov/dtpstandard/servlet/dwindex?searchtype= NSC&outputformat= html&searchlist=2311
12. Van Etten H, Temporini E, Wasmann C, 2001. Phytoalexin (and phytoanticipin) tolerance as a virulence trait: why is it not required by all pathogens? Physiological and Molecular Plant Pathology, 59: 83-93.
13. Ramawat KG Merillon JM.1999. Biotechnology; Secondary Metabolites. Scien Publisher, NH, USA Page 21-25
14. Gershenzon J, Croteau R, 1991. Terpenoids. In Herbivores their interaction with secondary plant metabolites, Vol I: The chemical participants, 2nd ed. G.A. Rosenthal and M.R. Berenbaum, eds, Academic press, San Diego, pp: 165-219.
15. Ogbemudia, F. O. and Thompson, E. O.2014. Variation in Plants Secondary Metabolites and Potential Ecological Roles – A Review. International Journal of Modern Biology and Medicine5(3): 111-130.

ردیف	نام عنصر	شاهد	هورمون ایندول ۳ بوتیک اسید میلی گرم ۲۵ میلی لیتر	هورمون ایندول ۳ بوتیک اسید ۵۰ میلی گرم میلی لیتر	هورمون ایندول ۳ بوتیک اسید میلی گرم ۱۰۰ میلی لیتر	هورمون کیتین ۲۵ میلی گرم بر لیتر	هورمون کیتین ۵۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون کیتین ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون متیل جاسمونات ۲۵ میلی گرم بر لیتر	هورمون متیل جاسمونات ۵۰ میلی گرم بر لیتر	هورمون متیل جاسمونات ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر
۱	AL	۰.۰۴۲۱	۰.۰۴۳٤	۰.۰۱۷٤	۰.۰۲۰٦	۰.۰۹۵۵	۰.۰۷۵۳	۰.۰۲۷۹	۰.۰٦۱٦	۰.۰۱۷۲	۰.۰۵۳۹
۲	As	۰.۰۳۲۷	۰.۰۰٦	۰.۰۳۱۹	۰.۰۳۷۸	۰.۰۲٤۱	۰.۰٤۸٦	۰.۰۲۱۵	۰.۰۱٦۳	۰.۰۲۹۲	۰.۰۱۱۱
۳	Ca	۰.٤۰	۰.۳۹	۰.٦۳	۰.۱٤۸	۱.٤۵	۰.٤۵۵	۰.۷۲٦	۰.٤۸۲	۱.۳۲	۱.۳٤۳
٤	Cd	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰٦	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۵
۵	Co	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۱۸	۰.۰۰۱٤	۰.۰۰۰٦	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۱۹	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰٦	۰.۰۰۰٤
٦	Cu	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۱۵	۰.۰۰۰۸	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۲۵	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۱٦	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۰۱
۷	Fe	۰.۰۱٦۲	۰.۰۱۲	۰.۰۰۲٤	۰.۰۱۵۹	۰.۰۳۹٤	۰.۰۳۷۲	۰.۰۰٦۷	۰.۰۱۸۲	۰.۰۱۳	۰.۰۱۷٦
۸	K	–	–	–	۰.٦۲	۱۷.۲٦	۵.۵۵	٤.۸٦	۳.۹۰	–	٦.۳۱
۹	Li	۰.۰۰۰٦	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰٤	۰.۰۰۲	۰.۰۰۰٤
۱۰	Mg	۰.۱۳۹	۰.٤٦٦	۰.۵۸۱	۰.۱۵۳	۰.۵٦۷	۰.۳٤۸	۰.۳۳۳	۰.٤۲۷	۰.٤۷۱	۰.۷٦٤
۱۱	Mn	۰.۰۰۳۱	۰.۰۰۲٤	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۲۳	۰.۰۰۵٤	۰.۰۰۵٤	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۳٦	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۳۷
۱۲	Na	۱.۱۸	۱.۱۲۹	۱.۹۷	۰.۸٦۹	۲.۰٤٤	۰.٤۷٤	۰.۲۵۳	۰.۸۹۵	۰.۷۰۱	۱.۱۹۷
۱۳	Ni	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۰٦	۰.۰۰۰۹	۰.۰۰۲٤	۰.۰۰۰۵	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۰٤
۱٤	Pb	۰.۱٦	۰.۲٦	۰.۱۳	۰.۱٤۵	۱.۲۲٤	۰.٤۵۳	۰.۵۰	۰.۲۳٤	۰.۸۱۲	۰.۷۹۹
۱۵	Se	۰.۰۲۱	۰.۰۷۲۹	۰.۰۷۹۳	۰.۰٤۵٦	۰.۰٤٤٤	۰.۰۱۰۸	۰.۰٦۷۲	۰.۰۳۷٤	۰.۰۱۱۲	۰.۰۵۲۷
۱٦	Zn	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۷	۰.۰۰٤۵	۰.۰۰۲۱	۰.۰۱٦۵	۰.۰۰۲٤	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۳۲	۰.۰۰۲	۰.۰۰۱۳

جدول ۱-۱